

University of Groningen

## Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs

Smale-Jacobse, A.E.; Hoekstra, R.

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2013

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Smale-Jacobse, A. E., & Hoekstra, R. (2013). *Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs*. s.n.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

*Vormgeving van  
leerprocessen*

102

# **Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs**

A.E. Smale-Jacobse  
R. Hoekstra

# **Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs**

A.E. Smale-Jacobse

R. Hoekstra

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Smale-Jacobse, A.E. & Hoekstra, R.

Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs  
Rink Hoekstra & Annemieke Smale-Jacobse 2013, Groningen: Gronings Instituut voor  
Onderzoek van Onderwijs, Rijksuniversiteit Groningen.

ISBN 978-90-6690-526-9

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Uitgave:

GION / RUG

Grote Rozenstraat 3

9712 TG Groningen

Telefoon: 050 3636631

[www.rug.nl/gion](http://www.rug.nl/gion)

Copyright © GION, Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs, 2013

*Dit onderzoek is gefinancierd uit het budget dat het ministerie van OCW jaarlijks beschikbaar stelt aan de LPC ten behoeve van Kortlopend Onderwijsonderzoek dat uitgevoerd wordt op verzoek van het onderwijsveld.*

# Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Theoretisch kader	13
2.1 Oefening met complexe taken	13
2.2 Cognitieve en metacognitieve feedback	14
2.3 Deliberate practice	15
2.4 Samenvatting	16
3 Onderzoeksvragen en hypothesen	17
4 Methode	19
4.1 Steekproef	19
4.2 Procedure	19
4.3 Computerprogramma	22
4.4 Meetinstrumenten	26
5 Resultaten	29
5.1 Implementatie van het oefenprogramma	29
5.2 Motivatie	30
5.3 Deliberate practice in de zelfgestuurde oefengroep	31
5.4 Probleemoplossen	33
6 Conclusie en Discussie	37
6.1 Motivatie	37
6.2 Deliberate practice	37
6.3 Probleemoplossen	39
6.4 Discussie en aanbevelingen	40
Literatuurlijst	43



## Woord vooraf

Dit is het verslag van een onderzoek dat in het kader van kortlopend onderzoek is aangevraagd bij de Vereniging Landelijke Pedagogische Centra. De aanvragende school en de andere scholen die bij het project betrokken zijn vroegen ons om te onderzoeken welke factoren effectief zijn voor het bevorderen van prestaties en motivatie van leerlingen die al zeer goed presteren in rekenen. Leerkrachten zijn gemotiveerd om deze kinderen extra ondersteuning te bieden, maar weten soms niet goed hoe zij hun onderwijs aan deze doelgroep effectief en efficiënt kunnen inrichten. Wij hopen ze met dit rapport enkele bruikbare handvatten te geven die ze kunnen toepassen in hun dagelijkse lespraktijk.

We danken alle betrokken leerkrachten en leerlingen zeer voor hun tijd en inzet om aan dit onderzoek mee te doen. Daarnaast zijn we Niek Frans veel dank verschuldigd voor zijn hulp bij de voorbereiding van het onderzoek en het verwerken van de data. Ook willen we Ginette, Mettina en Edine heel hartelijk bedanken voor hun inzet bij het voorbereiden van het onderzoek, het begeleiden van de leerlingen en het verwerken van de gegevens. We hopen dat jullie met veel plezier terugkijken op het onderzoek.

Annemieke Smale-Jacobse & Rink Hoekstra  
Groningen, september 2013





## Samenvatting

In het kader van kortlopend onderwijsonderzoek van de Vereniging Landelijke Pedagogische Centra werd een onderzoek uitgevoerd naar het stimuleren van rekenprestaties van excellente rekenaars in groep 5. Uit een literatuuronderzoek blijkt dat er voor deze doelgroep wordt aangeraden te werken met uitdagende probleemoplossingsopgaven en bewuste oefening. Ook zou het positief kunnen zijn voor de motivatie van leerlingen om hun een gevoel van autonomie te geven. Om deze redenen is een experimentele studie opgezet waarbij leerlingen oefenden met een computerprogramma met uitdagende rekenopgaven. Leerlingen in de oefengroep ( $n=33$ ) oefenden gedurende 15 oefenlessen met probleemoplossingsopgaven in een vaste volgorde. Leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep ( $n=34$ ) oefenden met evenveel opgaven maar mochten zelf kiezen met welke rekenonderwerpen zij wilden oefenen. Daarnaast hadden leerlingen in deze groep vrij te kiezen hints in het computerprogramma om hen te helpen bij het oplossen van de opgaven. De prestaties van beide groepen leerlingen werden gemonitord met behulp van 4 parallelle toetslessen. Uit de resultaten blijkt dat leerlingen over het algemeen zeer gemotiveerd waren voor het vak rekenen en voor het werken met de uitdagende opgaven in het computerprogramma. Hoe leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep het programma gebruikten verschilde ondanks de vrije keuze niet erg van de oefengroep. Ook gebruikten zij weinig hints. De prestaties op de toetslessen in beide groepen verschilden dan ook weinig. Beide groepen gingen sterk vooruit in hun rekenprestaties door de regelmatige oefening. Dit laat zien dat oefening met complexe opgaven motiverend voor leerlingen is en prestaties op een hoog niveau kan bevorderen.



# 1 Inleiding

Op basisscholen wordt er veel aandacht besteed aan het verbeteren van de prestaties van leerlingen op het gebied van rekenen. De afgelopen jaren is er in het onderwijs vooral de nadruk gelegd op het ondersteunen van de zwakke leerlingen. Hoewel dit vanzelfsprekend belangrijk is, benadrukt de overheid in het beleidsplan ‘Basis voor Presteren’ (Ministerie van Onderwijs Cultuur & Wetenschappen, 2010) dat ook het onderwijs aan excellente leerlingen expliciet de aandacht verdient van leerkrachten en onderzoekers. Excellente leerlingen worden hierbij gedefinieerd als de hoogst presterende leerlingen in de klas. Veel uitgeverijen van lesmethodes bieden extra stof aan voor goede rekenaars, maar het is de vraag of deze stof uitdagend genoeg is. Ook blijkt uit interviews en observaties dat leerkrachten vaak niet goed weten wat ze met de extra stof aan moeten en dat leerlingen vaak zelfstandig met de stof aan de slag moeten zonder instructie of concrete feedback te krijgen (Doolaard & Harms, 2013). Uit internationaal onderzoek blijkt daarbij dat de rekenprestaties van goede leerlingen in Nederland achterblijven ten opzichte van de goede leerlingen in andere landen. Zo zien we in het TIMMS-onderzoek bijvoorbeeld dat tussen 1995 en 2007 het percentage van de Nederlandse basisschoolleerlingen dat het hoogste referentieniveau voor rekenen haalt beduidend daalt (Mullis, Martin, & Foy, 2008). Ook de gemiddelde score op de TIMMS meting in 2011 is lager dan in 1995. De daling ten opzichte van 1995 wordt vooral veroorzaakt door de daling in prestaties bij de excellente leerlingen. In 1995 haalde twaalf procent van de leerlingen in groep zes bijvoorbeeld het hoogste referentieniveau van TIMMS terwijl dit in 2011 slechts door vijf procent van de leerlingen werd behaald (Meelissen et al., 2012). Om meer aandacht te besteden aan de excellente rekenaars is dus allereerst een focus op prestaties gewenst.

Ook de motivatie van de goede leerlingen is een kwestie die aandacht verdient. Als de lesstof niet uitdagend genoeg is lopen leerlingen het risico verveeld en ongemotiveerd te raken (Hoekman, McCormick, & Gross, 1999). Een gevoel uitgedaagd te worden kan juist leiden tot een hogere intrinsieke motivatie (Vallerand, Gagné, Senécal, & Pelletier, 1994). Daarbij kan het voor leerlingen motiverend zijn om het gevoel te hebben zelf grip te hebben op hun leerproces. Verschillende onderzoeken bij basisschoolleerlingen en middelbare schoolleerlingen lieten zien dat een gevoel van autonomie gerelateerd is aan positieve emoties, hogere motivatie, meer doorzettingsvermogen en betere prestaties (Patrick, Skinner, & Connell, 1993; Vansteenkiste, Simons, Lens, Sheldon, & Deci, 2004b). Het is echter de vraag hoe jonge leerlingen een gevoel van

autonomie gegeven kan worden terwijl tegelijkertijd hun leren optimaal wordt gefaciliteerd.

Een laatste aanbeveling die in de literatuur wordt gedaan in het onderwijs aan excellente leerlingen is om aandacht te schenken aan de metacognitie van leerlingen (Diezmann & Watters, 2000). Metacognitie gaat over het bewust kunnen aansturen van je eigen leerprocessen. Dit omvat monitoren van je leerproces, bijvoorbeeld door jezelf af te vragen of het nog goed gaat en wat je het beste als volgende kan doen. Daarnaast omvat metacognitie regulatie van het leerproces, bijvoorbeeld door jezelf bewust aan te sturen om aantekeningen te maken, om nog eens te herlezen of om eerst een plan te maken voor je begint met rekenen. Hoewel excellente leerlingen betere rekenprestaties hebben dan hun klasgenoten, worden ze waarschijnlijk over het algemeen nog weinig uitgedaagd om hun leren bewust te monitoren en te reguleren (Doolaard & Harms, 2013). Dit kan worden toegelicht aan de hand van het theoretische model beschreven in het artikel van Prins, Veenman & Elshout (2006). Zij geven aan dat als taken voor een leerling heel gemakkelijk zijn, de leerling de taken vrijwel automatisch kan uitvoeren gebaseerd op zijn of haar voorkennis. Metacognitie zal bij dergelijke gemakkelijke taken waarschijnlijk weinig tot niet bewust worden ingezet. Bij complexere taken kunnen leerlingen echter minder leunen op hun voorkennis en worden metacognitieve processen steeds belangrijker. In die zin kunnen excellente leerlingen die met uitdagendere stof werken baat hebben bij de ondersteuning van hun metacognitie. Hierbij moeten de taken wel van een complexiteit zijn die net boven hun kunnen ligt. Als taken te complex zijn voor leerlingen zal ook de metacognitie ineffectief zijn. De balans tussen complexiteit van de taak en het stimuleren van de metacognitie van leerlingen is in deze dus zeer belangrijk.

Samenvattend zien we dat het onderwijs aan de excellente leerling te verbeteren is door zowel de inhoud van de lesstof als de manier van ondersteunen van het leerproces aan te passen. De vraag hoe leerlingen uitdagende oefening kan worden aangeboden in de context van het rekenonderwijs met als doel prestaties en motivatie te verhogen wordt in dit rapport eerst verder toegelicht in hoofdstuk 2 aan de hand van een overzicht van de literatuur over rekenonderwijs aan excellente leerlingen. Daarna volgt vanaf hoofdstuk 3 een beschrijving van een kleinschalig experiment in groep 5 van de basisschool. In het experiment wordt de theorie geoperationaliseerd in de vorm van een computergestuurde training met uitdagende rekenmaterialen. Een groot voordeel van het gebruik van computerprogramma's in het onderwijs aan excellente leerlingen is dat leerlingen in een computerprogramma kunnen werken in hun eigen tempo en dat ze geautomatiseerde feedback kunnen krijgen op hun vorderingen. Door instructie en

feedback te automatiseren is de interventie voor leerkrachten relatief eenvoudig in te passen in hun dagelijkse routine. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken over het onderzoek en aanbevelingen gedaan voor onderzoek en voor de praktijk.



## 2 Theoretisch kader

### 2.1 Oefening met complexe taken

Een van de mogelijke redenen dat goede rekenaars vaak niet optimaal presteren is dat het schort aan gestructureerde oefening met uitdagende opgaven. In de huidige lesmethoden wordt er vaak wel verrijkingsstof gegeven, maar in de praktijk blijkt deze stof vooral in vorm te verschillen van de basisstof en weinig verdiepend te zijn. Dit terwijl uit de literatuur blijkt dat goede rekenaars vaak veel minder tijd nodig hebben dan hun klasgenoten om zich de basisstof eigen te maken (McAllister & Plourde, 2008). Veel auteurs raden dan ook aan om voor deze rekenaars naast het (versneld) aanbieden van de basisstof, tijd in te ruimen voor oefening met rekenopgaven waarin leerlingen rekenproblemen moeten oplossen (Chamberlin, 2010; Diezmann & Watters, 2000; McAllister & Plourde, 2008). Opgaven waarbij leerlingen moeten probleemoplossen kenmerken zich doordat ze een nieuwe aanpak vragen waarbij leerlingen niet alleen een bepaald algoritme moeten toepassen maar ook echt dieper moeten nadenken over een oplossingsstrategie. Denk daarbij bijvoorbeeld aan redactieopgaven waaruit niet gelijk duidelijk is welke berekening moet worden uitgevoerd, redactieopgaven met irrelevante informatie, puzzels met meerdere mogelijke oplossingen of realistische open problemen. Dit soort opgaven lijkt vooral voor de excellente rekenaars een waardevolle aanvulling te zijn op de basisstof waardoor ze op hun eigen niveau hun prestaties kunnen verbeteren.

Een bijkomend voordeel van het aanbieden van uitdagende opgaven aan excellente rekenaars is dat de grotere uitdaging een positieve uitwerking kan hebben op de motivatie van de excellente leerlingen die bij te eenvoudige taken het risico lopen verveeld te raken (Diezmann & Watters, 2000). Het oplossen van rekentaken die leerlingen zelf als lastig ervaren zal hen cognitief meer uitdagen, maar tegelijkertijd een waardevolle succeservaring bieden. Leerkrachten moeten wat dat betreft niet te bang zijn om deze goede rekenaars uit te dagen. Zoals een leerlinge in het artikel van Diezman zegt: De ideale rekenles zou vol zitten met problemen en lastige vragen (Diezmann, 2000, p 15).

## **2.2 Cognitieve en metacognitieve feedback**

Wanneer excellente leerlingen met uitdagende opgaven werken, is het belangrijk dat zij gerichte feedback krijgen op hun leerproces. Dit kan worden gegeven door een docent. Het blijkt echter dat veel docenten het niet eenvoudig vinden om passende feedback te geven bij deze doelgroep van excellente leerlingen (Rotigel & Fello, 2004). Met het oog hierop biedt computergestuurde feedback een goed alternatief. Er zijn meerdere onderzoeken bekend naar computergestuurde feedback op probleemoplossen. Mits afgestemd op de behoeften van de leerlingen kan computergestuurde feedback effectief worden ingezet om probleemoplossen te ondersteunen (Chang, Sung, & Lin, 2006; Jacobse & Harskamp, 2009; Teong, 2003). Bij het geven van complexe opgaven aan excellente leerlingen is cognitieve feedback gewenst, bijvoorbeeld over welke formule gebruikt had kunnen worden en over of het antwoord goed of fout was. Ook feedback op de metacognitieve processen van leerlingen wordt genoemd als belangrijk voor het leren van complexe taken (Schoenfeld, 1992). Metacognitie gaat over het reguleren en monitoren van eigen prestaties (Nelson, 1996). Metacognitieve feedback kan zoals in de hierboven genoemde onderzoeken bijvoorbeeld bestaan uit het geven van hints of het stellen van vragen waardoor leerlingen leren zichzelf te reguleren om te analyseren wat het probleem is, om een adequaat rekenplan te maken en om de uitvoer van het plan te monitoren. Leerlingen zullen naarmate rekenopgaven complexer voor hen zijn in toenemende mate op hun eigen metacognitie moeten vertrouwen om het probleemoplossen tot een succes te brengen (Diezmann & Watters, 2000; Prins et al., 2006). Dit zal hen, mits de opgaven niet te complex zijn en de feedback goed wordt gebruikt, kunnen ondersteunen bij hun rekenproces.

Als leerlingen zelf mogen kiezen of ze feedback gebruiken zullen ze dit echter alleen doen wanneer ze beseffen dat ze hulp nodig hebben (Aleven, Stahl, Schworm, Fischer, & Wallace, 2003; Nelson-Le Gall & Others, 1990). Dit is een eerste stap in het gebruiken van leerlinggestuurde feedback. Een experiment in groep 5 en groep zeven laat zien dat de mate waarin leerlingen hulp zoeken (en welke hulp ze zoeken) wordt beïnvloed door hun inschattingen van eigen prestaties (Nelson-Le Gall & Others, 1990). Leerlingen die denken dat ze een opdracht wel kunnen zullen dus minder geneigd zijn feedback te zoeken dan leerlingen die beseffen dat ze iets niet weten of kunnen. In die zin is het dus belangrijk voor effectieve oefening met feedback dat leerlingen hun eigen prestaties correct inschatten. Een manier om de accuraatheid van inschattingen te vergroten is het geven van feedback op de prestaties van leerlingen door het geven van overzichten van hun vooruitgang (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010), of het geven van instructie gericht op het oplossingsproces (Desoete, Roeyers,



& De Clercq, 2003; Huff & Nietfeld, 2009). Dit zou met name belangrijk kunnen zijn bij het oplossen van redactieopgaven, waarbij leerlingen vaak geneigd zijn zichzelf te overschatten (Boekaerts & Rozendaal, 2010).

### **2.3 Deliberate practice**

Een focus op regelmatige oefening met complexe opgaven waarbij expliciet wordt gewezen op het belang van feedback en metacognitie is in lijn met de theorie van ‘deliberate practice’ (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993). Deze theorie wordt vaak gebruikt om aan te tonen welke factoren leiden tot excellentie in gebieden zoals het bespelen van een muziekinstrument, het beoefenen van een sport of het beoefenen van een denksport zoals schaken. In de theorie wordt sterk de nadruk gelegd op oefening met uitdagende taken die net boven het beheersingsniveau van een leerling liggen. De nadruk ligt hierbij op het bewust oefenen van de vaardigheden waar de leerling nog niet zo goed in is. Hierbij wordt de oefening regelmatig herhaald. Daarbij wordt cognitieve en metacognitieve feedback geboden die de leerling kan gebruiken om geleidelijk aan prestaties te verbeteren (Proske, Narciss, & McNamara, 2012).

Wanneer je deze theorie toepast op rekenen, zou je goede leerlingen vooral moeten laten oefenen met die onderdelen waar ze nog relatief slecht op presteren om zo hun prestaties op een hoger niveau te krijgen. Eerder onderzoek naar deliberate practice in het rekenonderwijs bij leerlingen in groep 5 liet zien dat regelmatige oefening met een nadruk op het verbeteren van vaardigheden waar leerlingen nog niet zo goed in zijn beter is dan eenmalige oefening (Fuchs et al., 2010). Een onderzoek met probleemoplossingstaken op de middelbare school stelt echter dat het vooral gunstig lijkt te zijn voor hoog presterende leerlingen om specifiek te oefenen met die onderdelen waar ze minder goed in zijn. Voor leerlingen die werken met taken waar ze nog niet zo goed in zijn lijkt een gemengd aanbod van taken meer geschikt (Pachman, Sweller, & Kalyuga, 2013).

Aangezien er nog weinig onderzoek is gedaan naar deliberate practice in onderwijssituaties, is het onduidelijk of het wenselijk is om leerlingen te vragen zelf te kiezen voor taken waar ze nog niet zo goed in zijn. Uit het onderzoek van Pachman (2013) blijkt dat leerlingen die zelf opgaven mochten kiezen en daarbij geïnstrueerd werden om te oefenen met taken die ze moeilijk vonden, toch kozen voor minder moeilijke opgaven dan wanneer de docenten de moeilijkste opgaven voor hen kozen. Leerlingen zijn blijkbaar geneigd om relatief eenvoudige taken te kiezen als ze vrije keuze hebben (vergelijk bijvoorbeeld Hawthorn-Embree, Skinner, Parkhurst, O’Neil, & Conley,

2010). Dit kan nadelig zijn voor leerlingen die al hoog presteren: zij zouden beter met de moeilijke onderwerpen kunnen oefenen (Pachman et al., 2013). Aan de andere kant kan een voordeel van het zelf laten kiezen van taken wel zijn dat het de motivatie van leerlingen verhoogt. Onderzoeken bij basisschool- en middelbare schoolleerlingen lieten zien dat een gevoel van autonomie gerelateerd is aan positieve emoties, hogere motivatie, meer doorzettingsvermogen en betere prestaties. In het onderzoek van Vansteenkiste et al. (2004a) bij universiteitsstudenten werden instructies bijvoorbeeld anders geformuleerd om leerlingen een groter gevoel van autonomie te geven (bijvoorbeeld “je kunt” in plaats van “je moet”). Zij vonden dat de minder controlerende verwoording leidde tot hogere motivatie, diepere verwerking van de lesstof en betere prestaties. Patrick et al. (1993) vonden dat basisschoolleerlingen die een meer autonome motivatie hadden, dat wil zeggen die meer intrinsiek gedreven waren in hun leeractiviteiten en dat minder af lieten hangen van externe controle, positievere emoties hadden bij het leren. En Corbalan et al. (2008) vonden bij universiteitsstudenten dat het zelf mogen kiezen van taken leidde tot grotere betrokkenheid van leerlingen bij het succesvol maken van de taken.

## **2.4 Samenvatting**

Het lijkt zinvol om voor excellente rekenaars basisstof aan te vullen met uitdagende opgaven. Dit gaat vooral om opgaven waarbij leerlingen moeten probleemoplossen. Deze grotere uitdaging kan tegelijkertijd hun motivatie voor het rekenen vergroten. Daarbij is het belangrijk dat er feedback beschikbaar is voor leerlingen. Cognitieve en metacognitieve feedback kan door de leerkracht worden gegeven maar ook worden ingebed in een computerprogramma. Mits goed gebruikt kan computergestuurde feedback op probleemoplossen bij rekenen leiden tot betere prestaties. Ten slotte kan het voor onderwerpen waar leerlingen al relatief hoog op presteren bevorderend werken voor hun prestaties om hen vooral te laten oefenen met die onderwerpen waar winst te behalen is (‘deliberate practice’). Hierbij is de beschikbaarheid van feedback op het oplossingsproces belangrijk. Voor onderwerpen waar leerlingen minder goed in zijn is het mogelijk beter om met een gemengd aanbod aan opgaven te oefenen. Het is onduidelijk of leerlingen in staat zijn om zelf goed te kiezen met welke onderwerpen zij nog meer moeten oefenen. Een mogelijk voordeel van het bieden van vrije keuze is echter wel dat het leerlingen een gevoel van autonomie kan geven. Uit de literatuur is bekend dat een gevoel van autonomie gerelateerd is aan hogere motivatie en daarmee mogelijk ook prestaties kan bevorderen.

### 3 Onderzoeksvragen en hypothesen

Naar aanleiding van de vragen van de opdrachtgever en de informatie uit het literatuuroverzicht in hoofdstuk 2 stellen wij de volgende onderzoeksvragen:

- 1) Leidt oefening met uitdagende opgaven tot hogere rekenprestaties en een hogere motivatie voor rekenen?

Op basis van de in hoofdstuk 2 beschreven literatuur verwachten we dat leerlingen gemotiveerder raken door het oefenen met uitdagende opgaven. We verwachten ook dat excellente leerlingen in staat zijn om door oefening hun prestaties in probleemoplossing te verbeteren.

- 2) Richtten leerlingen bij vrije keuze het oefenen in als ‘deliberate practice’ door onderwerpen te oefenen waar ze niet zo goed in zijn en door gebruik te maken van de computergestuurde feedback?

We verwachten dat leerlingen die opgaven mogen kiezen niet altijd die opgaven zullen kiezen waar zij nog niet zo goed in zijn. Mogelijk zullen sommige leerlingen geneigd zijn te kiezen wat ze leuk of makkelijk vinden. Met het oog op het gebruik van de feedback verwachten we dat met name leerlingen die hun eigen prestaties goed in kunnen schatten de computergestuurde feedback op hun probleemoplossingsproces waar nodig zullen gebruiken. Voor leerlingen voor wie de opgaven van een passend niveau zijn (niet te makkelijk maar ook niet veel te moeilijk) en wie de geboden hints goed gebruiken verwachten we dat ondersteuning van hun metacognitieve processen invloed heeft op prestaties.

- 3) Zijn er verschillen in prestaties en motivatie tussen leerlingen die oefenen met uitdagende opgaven in een vastgestelde volgorde en leerlingen met keuze en feedback bij het oefenen met uitdagende opgaven?

We verwachten dat leerlingen die bij de start van het experiment al hoog presteren op probleemoplossen hun prestaties kunnen verbeteren door ‘deliberate practice’ met onderwerpen waar zij relatief nog niet zo goed in zijn. Leerlingen die bij de start relatief laag presteren zullen mogelijk meer baat hebben bij een aanbod van gemengde

opgaven. We verwachten dat het zelf mogen kiezen van taken leerlingen motiveert doordat dit hen een gevoel geeft van autonomie.



## 4 Methode

### 4.1 Steekproef

Er zijn in totaal 78 leerlingen van 10 basisscholen in het noorden van Nederland gestart met het onderzoek. Er zijn 3 leerlingen uit de analyses gelaten omdat ze niet bij de doelgroep van excellente rekenaars hoorden. Daarnaast is 1 klas met 8 leerlingen gestopt met het onderzoek vanwege praktische redenen. De uiteindelijke steekproef gebruikt in de analyses is dus 67 leerlingen. De leerlingen hadden een gemiddelde leeftijd van 8 jaar en 11 maanden ( $SD = 4$  maanden). Alle leerlingen scoorden op de Cito-toets rekenen uit het leerlingvolgsysteem op het hoogste of één na hoogste niveau. De leerlingen werden binnen klassen op basis van hun Cito-scores toegewezen aan de oefengroep waarin leerlingen oefenden met opgaven in een vaste volgorde of de zelfgestuurde oefengroep waarin leerlingen mochten kiezen met welke rekenonderwerpen zij oefenden. In de uiteindelijke steekproef zaten 33 leerlingen in de oefengroep (21 jongens, 12 meisjes) en 34 leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep (15 jongens en 19 meisjes). Beide groepen verschilden tijdens de voormeting weinig wat betreft hun Cito-scores ( $M_{oefen}=95.48$ ,  $SD=15.80$ ,  $M_{zelfgestuurd}=96.09$ ,  $SD=15.27$ ). Twee leerlingen uit de oefengroep en vijf leerlingen uit de zelfgestuurde oefengroep maakten per ongeluk al een van de oefenlessen voor de eerste toetsles. Er zijn tussen de groepen geen grote verschillen in de gemiddelde proportie goed in de eerste toetsles ( $M_{oefen}=.37$ ,  $SD=.17$ ,  $M_{zelfgestuurd}=.33$ ,  $SD=.16$ ). Bij 1 procent van de toetslesgegevens en 9 procent van de oefenlesgegevens mist informatie door technische problemen.

### 4.2 Procedure

In het experimentele design wordt oefening met complexe opgaven (oefengroep) vergeleken met zelfgestuurde oefening met complexe opgaven en metacognitieve hints (zelfgestuurde oefengroep).

Allereerst werd aan docenten gevraagd welke leerlingen zij geschikt vonden voor het onderzoek. Hierbij werd de richtlijn gegeven dat het leerlingen moesten zijn met hoge rekenprestaties die behoefte hadden aan extra uitdaging. Na de selectie van leerlingen werden algemene leerlinggegevens verzameld en werden Cito-gegevens gebruikt voor de toewijzing van leerlingen binnen klassen aan de twee condities. Leerlingen vulden

als voormeting een korte motivatievragenlijst in en maakten vervolgens toetsles 1 in het computerprogramma.

Voor de interventie kregen leerlingen uit beide groepen eerst een instructieles over de werking van het computerprogramma. Tijdens deze instructieles oefenden zij met een proefles in het programma. Deze proefles is niet meegenomen in de analyses. In beide groepen werd door de onderzoeksassistent een gesprek geleid over uitdagende oefening en dat het bij moeilijke opgaven niet erg is om fouten te maken, als je maar je best doet. Daarnaast kreeg de zelfgestuurde oefengroep door middel van een kort leer-gesprek met de onderzoeksassistent instructie over dat het verstandig is om te oefenen met dingen waar je nog niet zo goed in bent.

Tijdens de interventie (zie Tabel 1) maakten beide groepen 4 toetslessen. De toetslessen waren gelijk voor beide groepen en bestonden uit 15 opgaven van verschillende rekenonderwerpen (getallen, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, tijd en geld en meten en wegen). Tussen de toetslessen door oefenden alle leerlingen telkens gedurende 5 lessen met de uitdagende probleemoplossings-opgaven in verschillende rekendomeinen (optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, getallen, meten en wegen en tijd en geld). In totaal oefenden de leerlingen 15 lessen waarbij in elke les 12 opgaven beschikbaar waren. Hiervan waren er telkens 8 opgaven binnen het gekozen rekendomein en 4 opgaven die pasten bij de overige rekendomeinen. De eerste 3 lessen van elk rekendomein (15 lessen in totaal) van de oefengroep en de zelfgestuurde oefengroep waren gelijk. Om de zelfgestuurde groep echter meer keuzevrijheid te geven zijn voor elk onderwerp 4 extra keuzelessen met vergelijkbare opgaven en hints toegevoegd.

Aan het eind van de interventie maakten de leerlingen toetsles 4 en vervolgens vulden zij de motivatievragenlijst uit de nameting in.

*Tabel 1: Schematisch overzicht van de inhoud van de interventie in de oefengroep en de zelfgestuurde oefengroep*

Inhoud programma oefengroep	Inhoud programma zelfgestuurde oefengroep
Toetsles 1	Toetsles 1
5 oefenlessen in een vaste volgorde:  Les 1 getallen, les 1 optellen en aftrekken, les 1 vermenigvuldigen en delen, les 1 meten en wegen en les 1 tijd en geld	5 oefenlessen in een door de leerling gekozen volgorde:  Elke les maakt de leerling een keuze uit de onderwerpen: getallen, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, meten en wegen of tijd en geld
Toetsles 2	Toetsles 2
5 oefenlessen in een vaste volgorde:  Les 2 getallen, les 2 optellen en aftrekken, les 2 vermenigvuldigen en delen, les 2 meten en wegen en les 2 tijd en geld	5 oefenlessen in een door de leerling gekozen volgorde:  Elke les maakt de leerling een keuze uit de onderwerpen: getallen, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, meten en wegen of tijd en geld
Toetsles 3	Toetsles 3
5 oefenlessen in een vaste volgorde:  Les 3 getallen, les 3 optellen en aftrekken, les 3 vermenigvuldigen en delen, les 3 meten en wegen en les 3 tijd en geld	5 oefenlessen in een door de leerling gekozen volgorde:  Elke les maakt de leerling een keuze uit de onderwerpen: getallen, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, meten en wegen of tijd en geld
Toetsles 4	Toetsles 4

<b>Funcities programma oefengroep</b>	<b>Funcities programma zelfgestuurde oefengroep</b>
Prestatieoverzicht toetslessen	Prestatieoverzicht toetslessen
Prestatieoverzicht oefenlessen algemeen	Prestatieoverzicht oefenlessen uitgesplitst per onderwerp
Inschattingvraag over eigen prestaties na het geven van het antwoord 'Denk je dat je antwoord goed is?'	Inschattingvraag over eigen prestaties na het geven van het antwoord 'Denk je dat je antwoord goed is?'
Goed/fout feedback op het antwoord	Goed/fout feedback op het antwoord
Mogelijkheid om te horen wat het goede antwoord was	Mogelijkheid om te horen wat het goede antwoord was
	Vrij te kiezen hints met cognitieve inhoud en metacognitieve vragen. De hints gaan over het analyseren van de opgave, het maken van een rekenplan, het controleren van het antwoord en het reflecteren op het leerproces

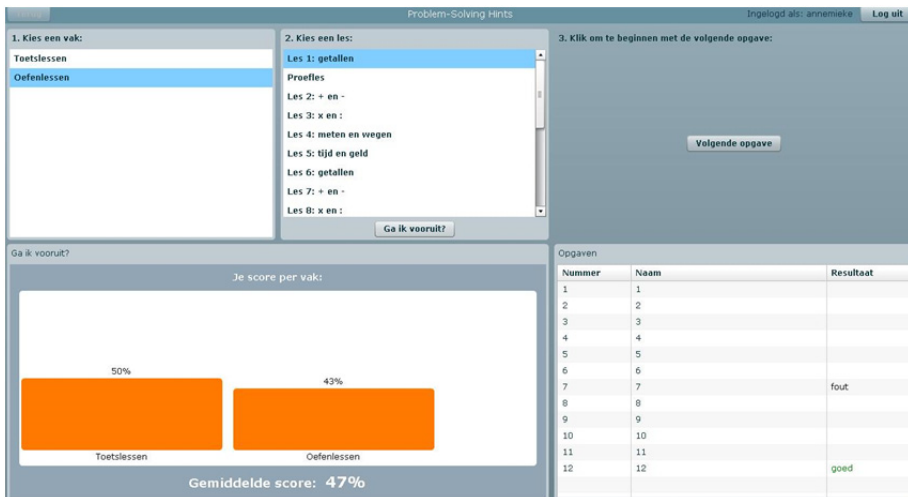
### 4.3 Computerprogramma

Zoals beschreven in paragraaf 4.2 werkten alle leerlingen gedurende het onderzoek met een computerprogramma. In de volgende sub-paragrafen wordt de versie van het computerprogramma van de oefengroep en van de zelfgestuurde oefengroep beschreven.

#### 4.3.1 Computerprogramma oefengroep

Om te kunnen werken met het programma logde elke leerling van de oefengroep in met een eigen inlognaam en wachtwoord. Na het inloggen kreeg de leerling het introductiescherm te zien (Figuur 1). Hier wordt een grafiek van de gemiddelde score van de leerling voor oefenlessen en toetslessen gegeven en kan het resultaat van eerdere opgaven bekeken worden.





*Figuur 1. Introductiescherm oefengroep*

Wanneer een leerling in het oefenscherm op de knop 'volgende opgave' drukte, verscheen in willekeurige volgorde automatische een nieuwe opgave uit de les zoals je kunt zien in Figuur 2.

The screenshot shows a problem-solving interface. On the left, a word problem is displayed:

2  
Groep 5 vindt het heerlijk om in de pauze te knikkeren.  
Thijs had 1000 knikkers.  
Hij verliest er 651 aan Piet.  
Hij wint er daarna 89 van Dolores.  
Hoeveel knikkers heeft Thijs nu?  
Vul je antwoord in als een getal, dus zonder woorden of letters.

Below the text is a small image of colorful marbles.

On the right, there is a 'Hints' section and a large empty area for the student's work.

At the bottom, there is an 'Antwoord ( 1 poging over )' field with a 'Verstuur' button.

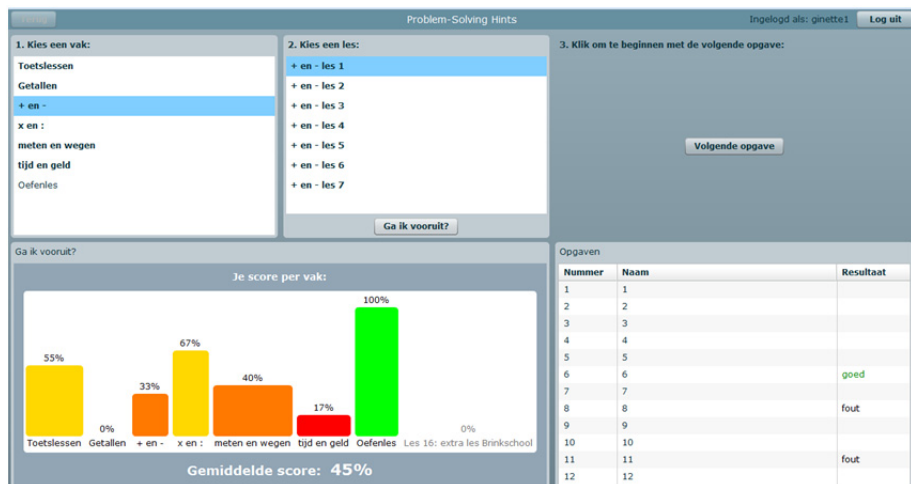
*Figuur 2. Voorbeeld opgave in het computerprogramma van de oefengroep.*

Na het invullen van het antwoord verscheen automatisch een pop-up met informatie over of de opgave goed of fout was. Aansluitend konden leerlingen als zij wilden opvragen wat het juiste antwoord was.

#### 4.3.2 Computerprogramma zelfgestuurde oefengroep

Om te kunnen werken met het programma logde elke leerling van de zelfgestuurde oefengroep in met een eigen inlognaam en wachtwoord. Na het inloggen kreeg de leer-

ling het introductiescherm te zien (Figuur 3). Hier wordt de score van de leerling bijgehouden per rekenonderwerp, kan een les gekozen worden en kan het resultaat van eerdere opgaven bekeken worden.



Figuur 3. Introductiescherm zelfgestuurde oefengroep

Wanneer een leerling uit de zelfgestuurde oefengroep een les gekozen en op de knop 'volgende opgave' klikte, verscheen een opgave. De opgave is links in het scherm te zien (Figuur 4). In het midden van het scherm staat de Takentrap afgebeeld, met de volgende vijf episoden: 'Ik lees goed' (oriëntatie), 'Ik maak een plan' (planning), 'Ik controleer mijn antwoord' (evaluatie), 'Antwoord' (invoerscherm) en 'Wat leer ik ervan?' (reflectie) (de Kock, 2010; Jacobse, 2007; Jacobse & Harskamp, 2009). Onder de knoppen van de Takentrap zitten hints die de student kan aanklikken als hij/zij dat wil. Door op de gele knop te klikken verschijnt het antwoordscherm dat gelijk is aan het antwoordscherm van de controlegroep.

5


Boer Harmsen heeft 95 kippen.

Elke kip legt in een maand 15 eieren.


5 kippen zijn nog te jong om eieren te leggen.

Hoeveel eieren heeft boer Harmsen na een maand?

*Vul je antwoord in als een getal*



De Takentrap GTON



*Figuur 4. Opgave zelfgestuurde oefengroep met rechts de Takentrap-hints*

De hints bevatten een combinatie van hints over de inhoud van de opgave en vragen bedoeld om de metacognitieve processen van leerlingen te stimuleren. Zoals in het voorbeeld van de oriëntatie-hint in Figuur 5: De schets van de opgave geeft informatie over de opgave. De vraag “wat moet je weten om een som te kunnen maken?” stimuleert leerlingen om bewust informatie uit de opgave te selecteren voor hun oplossingsproces.

**Ik lees goed**

Ik heb een schets gemaakt van de opgave.  
Lees nog eens goed, wat moet je weten om een som te kunnen maken?



*Figuur 5. Hint ‘Ik lees goed’*

De hints ‘Ik lees goed’ (oriëntatie), ‘Ik maak een plan’ (planning) en ‘Ik controleer mijn antwoord’ (evaluatie) waren beschikbaar als hulp tijdens het oplossingsproces. De hint ‘Wat leer ik ervan?’ (reflectie) was beschikbaar na het geven van het ant-

woord. In deze hint werd een modelantwoord gegeven van hoe de opgave opgelost had kunnen worden en wat het goede antwoord was.

#### **4.4 Meetinstrumenten**

Om de effecten van het onderzoek te meten, zijn verschillende meetinstrumenten gebruikt. De meetinstrumenten worden hieronder toegelicht.

##### *Logfiles*

Uit beide versies van het computerprogramma werd informatie gehaald over de prestaties van leerlingen in de toetslessen en de oefenlessen, het hintgebruik in de zelfgestuurde oefengroep (zowel hintgebruik tijdens het oplossen als de ‘wat leer ik ervan’ hint achteraf) en de inschatting van de eigen prestaties na elke vraag. De leerlingen van de zelfgestuurde oefengroep werd daarnaast door middel van een multiple choice-vraag bij elke keuze voor een nieuw rekenonderwerp gevraagd naar de reden van hun keuze.



##### *Motivatievragenlijst*

Voor de aanvang van het experiment en na het experiment vulden alle leerlingen een korte vragenlijst in met vragen over hun motivatie voor het vak rekenen en voor werken met het computerprogramma (alleen achteraf). De vraag “Hoe leuk vind je rekenen?” was gelijk in de voormeting en de nameting. In de nameting werden vragen toegevoegd als “Hoe leuk vind je rekenen met het computerprogramma?” en voor de zelfgestuurde oefengroep: “In het computerprogramma mocht je zelf kiezen welke opgaven je wilde oefenen. Hoe vond je dit?”. De leerlingen konden uit 4 antwoordopties kiezen: Erg leuk (1), leuk (2), niet leuk (3) of helemaal niet leuk (4).

##### *Probleemoplossen*

Als maat voor de ontwikkeling van de prestaties van leerlingen, werd gebruik gemaakt van toetslessen in het computerprogramma. In totaal maakten de leerlingen 4 toetslessen. Deze lessen waren gelijk in de oefengroep en de zelfgestuurde oefengroep. Leerlingen maakten in alle toetslessen 15 toepassingsopgaven in de categorieën: getallen, optellen en aftrekken, vermenigvuldigen en delen, meten en wegen en tijd en geld. Er werden in de toetslessen geen hints gegeven.

De opgaven in de verschillende toetslessen waren vergelijkbaar wat betreft vorm en inhoud, maar de getallen en de context van de opgaven verschilden in elke toetsles. Een voorbeeld van twee parallelle opgaven is te zien in Figuur 6.

<p>Toets 1</p> <p>In de voorste bus zitten 46 mensen. In de andere bus zitten 5 meer dan de helft van de mensen in de voorste bus. Hoeveel mensen zitten in de andere bus?</p> 	<p>Toets 3</p> <p>In het voorste gedeelte van de trein zitten 62 mensen. In het achterste gedeelte zitten 4 minder dan de helft van de mensen in het voorste stuk. Hoeveel mensen zitten in het achterste stuk?</p> 
--	---

*Figuur 6. Parallelle Toepassingsopgave in Toets 1 en Toets 3*

De toetsscore van elke leerling is berekend als proportie goede antwoorden per toetsles. De interne consistentie van de toetslessen is met uitzondering van toetsles 3 ( $\alpha=.49$ ) redelijk ( $\alpha=.57$ - $\alpha=.63$ ).



## 5 Resultaten

### 5.1 Implementatie van het oefenprogramma

Het plan was dat de in totaal 67 leerlingen ieder 4 toetslessen en 15 oefenlessen zouden maken. Dit is grotendeels gelukt: 66 proefpersonen hebben alle toetslessen gemaakt, en één leerling heeft een toetsles gemist. Voor de oefenopgaven geldt dat ruim 91 procent van de geplande opgaven is gemaakt. De overige opgaven zijn onder andere niet gemaakt doordat kinderen afwezig waren, of doordat sommige kinderen trager werkten dan anderen, waardoor zij moesten stoppen met een les waarvan zij de opgaven nog niet af hadden.

Gemiddeld deden de leerlingen een kleine twee minuten (118 seconden) over één opgave. Dit gemiddelde is echter behoorlijk beïnvloed door enkele uitschieters naar boven (in 48 gevallen: 0.3 procent van het totaal), bij deze opgaven duurde het beantwoorden minstens een kwartier, wat er op kan duiden dat de opgave heel moeilijk was of dat leerling tussendoor even iets anders was gaan doen. Hierdoor lijkt de mediane reactietijd een betere maat om weer te geven hoe lang de leerlingen over een opgave deden. Deze mediane reactietijd bleek 78 seconden.



## 5.2 Motivatie

Over rekenen waren de leerlingen in beide groepen voorafgaand aan het onderzoek al erg enthousiast: Op een vier-puntschaal (1 is erg leuk, 4 is helemaal niet leuk) scoorden zowel leerlingen in de oefengroep als die in de zelfgestuurde oefengroep gemiddeld genomen relatief dicht bij 1 (respectievelijk 1.66 tegenover 1.50).

Na afloop van het onderzoek waren beide groepen gemiddeld nog iets enthousiaster geworden over rekenen (1.62 en 1.41 voor respectievelijk de oefengroep en zelfgestuurde oefengroep). Ook over rekenen met het programma waren beide groepen erg enthousiast: Op een vier-puntschaal (1 is erg leuk, 4 is helemaal niet leuk) scoorden zowel leerlingen in de oefengroep als die in de zelfgestuurde oefengroep gemiddeld genomen dicht bij 1 (respectievelijk 1.47 tegenover 1.34), waarbij slechts vier leerlingen (één in de zelfgestuurde oefengroep en drie in de oefengroep) een score van 3 of hoger hadden. De meeste leerlingen schreven als reden dat ze het leuk vonden iets op over dat de opgaven moeilijk waren. Ook schreef een aantal leerlingen dat ze het leuk vonden om op de computer te werken (zie Figuur 7). Het verschil was in het voordeel van de leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep, maar dit verschil was klein (0.13). Al met al kan dus geconcludeerd worden dat in beide groepen de leerlingen zowel enthousiast over rekenen in het algemeen als over het computerprogramma waren.

Hoe leuk vind je rekenen met het computerprogramma?

a. Erg Leuk, omdat

*het soms moeilijk is en daarom  
vind ik dat erg leuk*

Hoe leuk vind je rekenen met het computerprogramma?

a

Erg Leuk, omdat

*je meer uitdaging krijgt*

Hoe leuk vind je rekenen met het computerprogramma?

a. Erg Leuk, omdat

*de graag op de computer zit*

Figuur 7. Voorbeelden van 3 reacties van leerlingen op de motivatievragenlijst



De zelfgestuurde oefengroep is ook bevraagd over hun ervaringen met het kiezen. Leerlingen gaven gemiddeld genomen aan het kiezen leuk te vinden (gemiddelde 1.37). Daarnaast gaven 21 van de 32 leerlingen die de vraag over het hintgebruik invulden aan de hints nuttig te vinden, 6 leerlingen gaven aan de hints niet nuttig te vinden en 5 leerlingen gaven aan de hints weinig te hebben gebruikt.

In het computerprogramma mocht je zelf kiezen welke opgaven je wilde oefenen. Hoe vond je dit?

a. Erg Leuk, omdat je dan zelf mag kiezen  
wat je wilt doen

In het computerprogramma mocht je zelf kiezen welke opgaven je wilde oefenen. Hoe vond je dit?

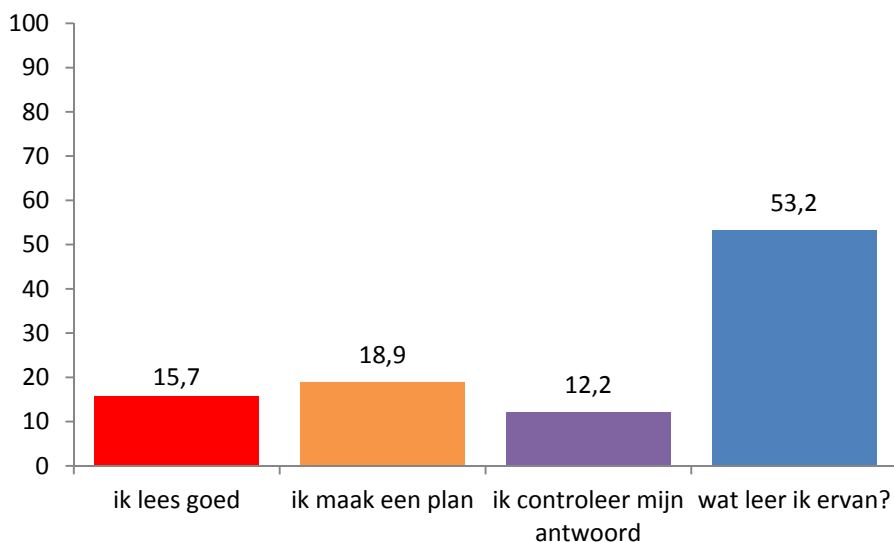
a. Erg Leuk, omdat je zelf mocht kiezen  
wat je doet

*Figuur 8. Voorbeelden van 2 reacties van leerlingen uit de zelfgestuurde oefengroep op de motivatievragenlijst*

### 5.3 Deliberate practice in de zelfgestuurde oefengroep

Wanneer leerlingen met alle lessen oefenden (zoals het geval is in de oefengroep) was het gemiddelde verschil tussen de proportie goed beantwoorde opgaven van de les die ze maakten en de moeilijkste les 0.16. Als leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep bewust met moeilijkere opgaven hadden geoefend dan de leerlingen in de oefengroep, zou het verschil dus kleiner moeten zijn. Dit verschil was echter maar een beetje kleiner, in de zelfgestuurde oefengroep is het gemiddelde verschil 0.15, en het mediane verschil 0.12. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat er behoorlijke individuele verschillen waren: sommige leerlingen kozen meestal voor de opgaven die zij tot dan toe minder goed hadden gemaakt, terwijl anderen vaak juist voor de voor hen makkelijkere opgaven kozen. Desondanks gaf slechts 3 procent van de leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep aan dat ze een rekenonderwerp kozen om er beter van te worden, terwijl 56 procent aangaf “zomaar” een keuze te maken, 26 procent een rekenonderwerp koos omdat ze dit leuk vonden, en 15 procent aangaf een rekenonderwerp te kiezen omdat ze dit makkelijk vonden.

In de zelfgestuurde oefengroep werd slechts voor 22 procent van de opgaven ten minste één hint tijdens het oplossingsproces gebruikt (ik lees heel goed, ik maak een plan of ik controleer mijn antwoord). In de opgaven waar ten minste één hint werd gebruikt, werd de ‘Ik maak een plan’ het meest gebruikt (zie Figuur 9). Bij 78 procent van de opgaven werd echter gelijk een antwoord gegeven zonder hints te gebruiken of werd een antwoord gegeven en daarna het modelantwoord (‘Wat leer ik ervan?’) bekeken.



*Figuur 9. Percentage hintgebruik voor de verschillende type hints in alle opgaven waar hints werden gebruikt*

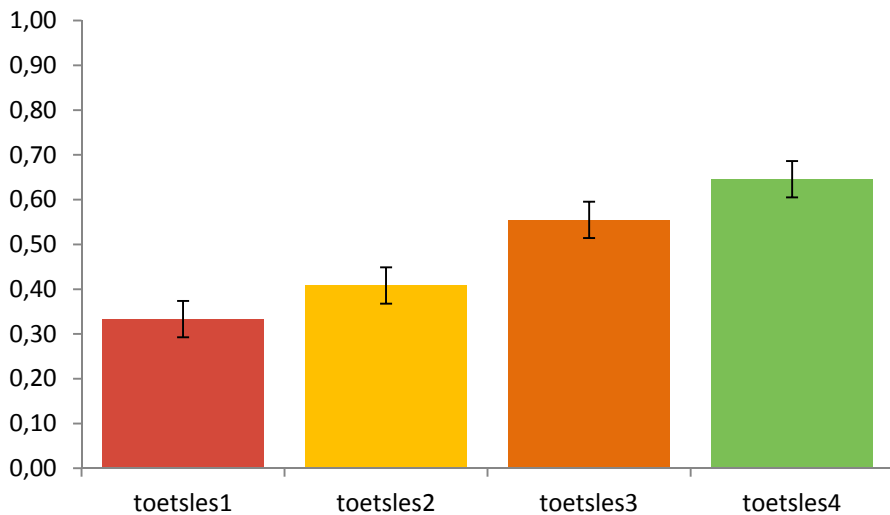
Of leerlingen hints gebruikten tijdens het oplossingsproces lijkt grotendeels samen te hangen met hun inschatting van eigen prestaties. Bij 79 procent van de opgaven waarbij leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep hun eigen prestaties overschatten (dat wil zeggen opgaven waarbij leerlingen dachten het goede antwoord gegeven te hebben terwijl het in feite fout was) gebruikten ze geen hints. Aangezien leerlingen in dit onderzoek zichzelf gemiddeld genomen erg overschatten – leerlingen in de hele steekproef overschatten hun eigen prestaties bij meer dan 42 procent van de opgaven – lijkt dit een belangrijk gegeven om in gedachten te houden bij het aanbieden van hulp.

Een andere maat om te analyseren of leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep hun hintgebruik goed reguleerden is om te kijken of leerlingen meer hints gebruikten wanneer de opgave moeilijker was. We vonden bij de leerlingen in dit onderzoek een lage samenhang tussen de moeilijkheid van de opgaven (afgemeten aan de gemiddelde score

op de opgave in de oefengroep zonder hints) en of leerlingen een hint gebruikten: de correlatie tussen de moeilijkheid van een opgave en het percentage hintgebruik in de zelfgestuurde oefengroep blijkt 0.24 (95 procent-betrouwbaarheidsinterval = [0.12; 0.36]). Naarmate een vraag eenvoudiger is worden gemiddeld genomen dus iets meer hints gebruikt, maar de correlatie is laag, wat aangeeft dat leerlingen dit niet erg consequent doen. Van de opgaven waarbij in de zelfgestuurde oefengroep de ‘Wat leer ik ervan?’ werd opgevraagd, was 68 procent fout beantwoord. Leerlingen lijken de reflectie-hint dus wel het meest te bekijken wanneer ze een vraag fout beantwoord hebben.

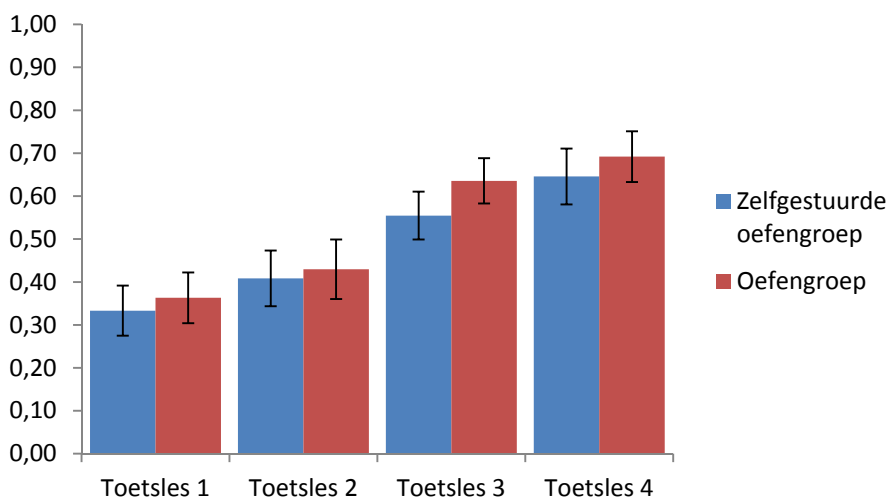
## 5.4 Probleemoplossen

De verwachting was dat naarmate leerlingen meer met complexe probleemoplossings-opgaven zouden oefenen, zij beter zouden worden in het maken van de toetslessen die onderling vergelijkbaar zijn. Er werd dus verwacht dat het gemiddelde percentage juist beantwoorde vragen per toetsles vooruit zou gaan. Figuur 10 geeft de ontwikkeling voor de vier toetslessen weer. In de figuur is te zien dat er een duidelijke stijging is wat betreft de proportie juist beantwoorde vragen. De leerlingen van beide experimentele groepen gingen dus sterk vooruit in hun rekenprestaties in de weken dat zij oefenden met het computerprogramma.



*Figuur 10. De gemiddelde proportie juist beantwoorde vragen van alle leerlingen per toetsles. De foutenmarges geven het 95 procent-betrouwbaarheidsinterval weer*

Wanneer de proporties correct beantwoorde opgaven op de toetsen worden uitgesplitst voor de oefengroep en de zelfgestuurde oefengroep zien we in Figuur 11 dat de leerlingen in beide groepen vooruitgaan: in zowel de zelfgestuurde oefengroep als de oefengroep is de vooruitgang ruim 30 procent. De verschillen in vooruitgang zijn klein. Wel valt te zien dat de leerlingen in de oefengroep vanaf het begin hoger scoorden dan de leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep en dat verschil blijft redelijk constant. Met andere woorden: beide groepen lijken evenveel vooruit te gaan, maar de achterstand die de zelfgestuurde oefengroep vanaf het begin had lijkt niet te worden ingehaald.



*Figuur 11. De gemiddelde proportie juist beantwoorde vragen per toetsles per conditie. De foutenmarges geven het 95 procent-betrouwbaarheidsinterval weer*

Wanneer we in Tabel 2 kijken naar de regressievergelijking van het effect van verschillende variabelen op de groei van de leerlingen, zien we dat er een negatief effect is van toets 1 op de score op toets 4. Dit betekent dat naarmate kinderen hoger begonnen, zij gemiddeld genomen minder vooruit zijn gegaan, terwijl leerlingen die wat lager scoorden op de voortoets gemiddeld genomen meer vooruit zijn gegaan. Leerlingen die lager instapten in toets 1 hadden als het ware meer “ruimte” om te groeien in prestaties.

De interactie tussen de voortoets (toetsles 1) en conditie suggereert dat het voor leerlingen die relatief laag presteren gemiddeld iets beter is om in de oefengroep te zitten, terwijl het voor de leerlingen die al relatief hoog scoren op toets 1 gemiddeld iets beter

is om in de zelfgestuurde oefengroep te zitten. De spreiding binnen de groepen is echter groot dus lijkt het verstandig dit effect voorzichtig te interpreteren.

*Tabel 2: Regressievergelijking waarbij de vooruitgang (score op toetsles 1 ten opzichte van de score op de toetsles 4) wordt voorspeld aan de hand van voortoets (toetsles 1), conditie (oefengroep of zelfgestuurde oefengroep), en het interactie-effect.*

	<i>b</i>	SE	Beta	<i>t</i> -waarde	<i>p</i> -waarde	95%-bhi	
<i>Intercept</i>	.52	.06		8.53	.00	.40	.64
Voortoets	-.54	.15	-.58	-3.62	.00	-.84	-.24
Conditie	-.13	.08	-.41	-1.54	.07	-.29	.04
Voortoets* Conditie	.29	.21	.39	1.39	.09	- .13	.72



## **6 Conclusie en Discussie**

### **6.1 Motivatie**

Wat betreft het stimuleren van de motivatie van excellente rekenaars vonden we in de literatuur enkele aanbevelingen. Eén van de aanbevelingen is om leerlingen die al goed zijn in rekenen te blijven uitdagen. Dit kan bijvoorbeeld door hen versneld door de basisstof te laten gaan en daarnaast uitdagende probleemoplossings-opgaven aan te bieden. Denk hierbij aan redactieopgaven waarbij leerlingen de som uit een context moeten zoeken of aan andere complexe opgaven waarbij leerlingen goed moeten nadenken over wat ze moeten doen om het antwoord te berekenen. Een andere aanbeveling uit de literatuur was om leerlingen een gevoel van autonomie te geven. Het gevoel zelf verantwoordelijk te zijn voor hun eigen leren kan motiverend werken.

In het experimentele onderzoek dat we in groep 5 hebben uitgevoerd, vonden we dat de excellente rekenaars gemiddeld genomen bij de start van het onderzoek het vak rekenen al behoorlijk leuk vonden. Het lijkt er dus op dat er bij hen weinig motivatieproblemen waren. Uit de literatuur blijkt echter, dat er een reëel gevaar is dat er in de loop van de schoolbaan motivatieproblemen optreden wanneer leerlingen niet genoeg uitgedaagd worden. Het is dus goed dat leerkrachten hier alert op zijn. Na het werken met de uitdagende opgaven in het computerprogramma vonden leerlingen rekenen zelfs iets leuker. Leerlingen gaven ook aan het computerprogramma leuk te vinden. Hierbij was een veelgenoemde reden dat leerlingen het fijn vonden om met moeilijke(re) opgaven te oefenen. Dit laat zien dat leerkrachten niet bang moeten zijn goede leerlingen nog meer uit te dagen, dit kan juist motiverend werken voor deze leerlingen. Ook laat het zien dat een computerprogramma hierbij bruikbaar kan zijn, het gebruik hiervan kan leerkrachten ontlasten mits er passende opgaven in beschikbaar zijn en er individuele feedback beschikbaar is voor de leerling.

### **6.2 Deliberate practice**

Bij deliberate practice is het idee dat leerlingen bewust oefenen met opgaven waar ze relatief minder goed in zijn. Uit de literatuur blijkt dat regelmatige oefening met iets waar je minder goed in bent gecombineerd met feedback leerlingen kan helpen hun prestaties te verbeteren. De theorie lijkt vooral op te gaan voor leerlingen die al relatief

goed presteren en deze techniek gebruiken om nog beter te worden. In de literatuur wordt gesuggereerd dat het voor taken waar leerlingen minder goed in zijn, wellicht beter is om met een gemengd aanbod te oefenen. Bij deliberate practice wordt de oefening met moeilijke onderwerpen vaak gestuurd door een docent of een computer. Het is de vraag of leerlingen als ze zelf mogen kiezen zullen kiezen voor het onderwerp waar nog winst te behalen is. Een voordeel van het zelf laten sturen van de oefening is wel dat uit de literatuur blijkt dat een gevoel van autonomie motivatie kan vergroten.

In het experiment kreeg de zelfgestuurde oefengroep voorafgaand aan de lessen instructie over “verstandig kiezen”, oftewel vooral oefenen met de dingen waar je nog niet zo goed in bent. Vervolgens mochten zij zelf keuzes maken. Uit de analyses blijkt dat het gemiddelde verschil tussen de gemaakte les en de moeilijkste les in de zelfgestuurde oefengroep van vergelijkbare grootte was als het gemiddelde verschil in de oefengroep. Leerlingen gaven zelf ook aan zelden te kiezen voor een rekenonderwerp om er beter in te worden. Dit kan komen doordat de aanpak van leerlingen in beide groepen niet erg verschilde of doordat leerlingen over het algemeen op alle onderwerpen vrij vergelijkbaar presteerden waardoor de afstand tussen de onderwerpen telkens ongeveer gelijk was.

Als we kijken naar het gebruik van feedback in de vorm van hints met cognitieve en metacognitieve inhoud, valt op dat leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep in de meeste gevallen geen hint hebben gebruikt tijdens het oplossingsproces of alleen de reflectie-hint na het geven van het antwoord hebben bekeken. Bij slechts 22 procent van de opgaven werden hints gebruikt tijdens het oplossingsproces. Dit zou onder andere kunnen liggen aan het feit dat leerlingen hun eigen prestaties overschatten. Gemiddeld overschatten leerlingen in dit experiment hun prestaties zeer en werd bij 79 procent van de opgaven waarbij leerlingen zichzelf overschatten geen hints gebruikt. Ondanks dat leerlingen zowel feedback over hun prestaties als over het oplossingsproces beschikbaar hadden overschatten zij hun prestaties nog bij een groot deel van de opgaven. Ook was er slechts een kleine relatie tussen de moeilijkheid van de opgave en het gebruik van hints voor het oplossingsproces wat er op duidt dat leerlingen niet goed monitoren wanneer zij hints nodig hebben. Een alternatieve verklaring voor het lage hintgebruik is dat de leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep de hints niet als bruikbaar hebben ervaren. Dit lijkt, gezien hun antwoorden op de vragenlijst in de nameting over de bruikbaarheid van de hints niet aannemelijk.



### 6.3 Probleemoplossen

In de literatuur wordt gesuggereerd om excellente leerlingen te laten oefenen met uitdagende probleemoplossingsopgaven. Hierdoor kunnen deze leerlingen zich op hun eigen niveau blijven ontwikkelen. Complexe probleemoplossingsopgaven vragen flexibel redeneren en hogere orde-vaardigheden die erg geschikt zijn voor de goed presterende leerlingen. Dit wordt bevestigd in ons onderzoek: hoewel leerlingen in de eerste toetsles behoorlijk slecht presteerden op de probleemoplossingsopgaven, wisten zij na een aantal weken oefenen hun prestaties substantieel te verhogen: “Practice makes perfect.”

Wanneer de resultaten uitgesplitst worden voor de oefengroep en de zelfgestuurde oefengroep zien we dat beide groepen in de lesweken ongeveer evenveel vooruit gaan. Zoals hierboven is besproken, verschilden de leerlingen van beide groepen in de praktijk weinig in hun oefening met moeilijke opgaven. Ook werden de hints tijdens het oplossingsproces in de zelfgestuurde oefengroep weinig gebruikt. Hoewel het door de beperkte implementatie van de extra opties in de zelfgestuurde oefengroep lastig is om uitspraken te doen over het effect van volledig uitgevoerde deliberate practice, hadden beide groepen evenveel voordeel bij de intensieve oefening met complexe probleemoplossingsopgaven.

Wanneer we kijken naar het regressiemodel van de groei tussen toetsles 1 en toetsles 4 zien we dat vooral leerlingen die laag scoorden op de eerste toetsles tijdens het experiment vooruit zijn gegaan. Deze leerlingen hadden als het ware meer “ruimte” om te groeien. Verder vonden we een interactie tussen conditie en de score op toetsles 1. Dit is in lijn met onze hypothese op basis van de literatuur dat deliberate practice vooral effectief is voor leerlingen die al hoog presteren. Voor leerlingen die van te voren relatief minder goed presteren lijkt het beter om regelmatig te oefenen met gevarieerde opgaven in een vaste volgorde. Dit effect is echter vrij klein en moet verder worden onderzocht om hier definitieve uitspraken over te kunnen doen. Bovendien is het nog onduidelijk wat de oorzaak is van het voordeel van de relatief laag presterende leerlingen in de oefengroep. Dit kan, zoals in de literatuur wordt gesuggereerd, komen door het oefenen met een gevarieerd aanbod aan opgaven. Een alternatieve verklaring zou kunnen zijn dat de cognitieve belasting in deze groep minder groot was omdat zij bijvoorbeeld geen keuzes hoefden te maken. Ook is het nog onduidelijk of het voordeel van de hoog presterende leerlingen in de zelfgestuurde oefengroep in ons onderzoek wordt veroorzaakt door het oefenen met moeilijke opgaven (zoals wordt gesug-

gereerd in de literatuur) of door een groter leereffect van de hints bij hoog presterende leerlingen.

## **6.4 Discussie en aanbevelingen**

De conclusies hierboven geven meer zicht op het belang van oefening met uitdagende opgaven voor motivatie en prestaties. Ook geven ze inzicht in hoe jonge leerlingen keuzes maken in hun eigen leerproces. Het blijkt dat leerlingen in deze leeftijdsgroep het nog erg lastig vinden om vrije keuze en hints optimaal te benutten.

Deze bevindingen moeten echter wel geïnterpreteerd worden in het licht van enkele beperkingen van de studie. Allereerst is de steekproef van het onderzoek relatief klein en is het dus onduidelijk of de resultaten gegeneraliseerd kunnen worden. Ten tweede hebben leerkrachten voor het onderzoek leerlingen aangedragen die van te voren een Cito I of II score hadden, wat overeenkomt met de bovenste 40 procent van de verdeling. Dit is een ruimere definitie van excellentie dan de 20 procent die in andere onderzoeken wordt gehanteerd. Ten slotte is de interne consistentie van de toetslessen niet optimaal.

Ondanks deze beperkingen, heeft het onderzoek een hoop handvatten gegeven voor nieuw onderzoek. Zo is het interessant om verder te onderzoeken of bij hoog presterende leerlingen ‘deliberate practice’ met regelmatige oefening met een door de leerkracht of een computerprogramma gekozen selectie van taken effectief is. Ook zijn de bevindingen over het hintgebruik van de leerlingen interessant; hoe kan het dat leerlingen hints niet erg effectief gebruiken? En kan het hulpgebruik van leerlingen worden verbeterd door training?

Naast deze aanbevelingen voor onderwerpen van vervolgonderzoek willen we de volgende aanbevelingen doen voor de praktijk:

- Wees niet bang om leerlingen te laten werken met uitdagende stof, dit ervaren ze als motiverend en het kan hen helpen zich verder te ontwikkelen op hun eigen niveau;
- Gebruik in het rekenonderwijs aan excellente leerlingen probleemoplossingsopgaven zoals complexe redactieopgaven op andere opgaven waar leerlingen even op moeten puzzelen;

- Geef excellente leerlingen voldoende kansen om met rekenstof op hun eigen niveau te oefenen en evalueer per leerling op welke onderwerpen er nog winst te behalen is;
- Zorg dat ook deze leerlingen (meta)cognitieve feedback krijgen bij hun rekenen en help ze deze te gebruiken: ons onderzoek laat zien dat het feit dat er feedback beschikbaar is niet per definitie wil zeggen dat leerlingen weten wanneer en hoe ze deze moeten gebruiken;
- Help leerlingen om verstandige keuzes te maken tijdens hun leerproces maar geef ze daarbij ook een gevoel van autonomie;
- Gebruik eventueel een computerprogramma om oefening van de vergevorderde rekenaars efficiënt in te richten;



## Literatuurlijst

- Aleven, V., Stahl, E., Schworm, S., Fischer, F., & Wallace, R. (2003). Help seeking and help design in interactive learning environments. *Review of Educational Research*, 73(3), 277-320.
- Boekaerts, M., & Rozendaal, J. S. (2010). Using multiple calibration indices in order to capture the complex picture of what affects students' accuracy of feeling of confidence. *Learning & Instruction*, 20(5), 372-382.
- Chamberlin, S. A. (2010). Mathematical problems that optimize learning for academically advanced students in grades K-6. *Journal of Advanced Academics*, 22(1), 52-76.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Lin, S. F. (2006). Computer-assisted learning for mathematical problem solving. *Computers and Education*, 46(2), 140-151.
- Corbalan, G., Kester, L., & van Merriënboer, Jeroen J. G. (2008). Selecting learning tasks: Effects of adaptation and shared control on learning efficiency and task involvement. *Contemporary Educational Psychology*, 33(4), 733-756.
- de Kock, W. D. (2010). *Digitale ondersteuning bij het leren oplossen toepassings-opgaven rekenen*. (). Groningen: GION: Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs. doi:<http://irs.ub.rug.nl/dbi/4cd8132f62047>
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 188-200.
- Diezmann, C. M., & Watters, J. J. (2000). Catering for mathematically gifted elementary students: Learning from challenging tasks. *Gifted Child Today*, 23(4), 14-19,52.
- Doolaard, S., & Harms, T. (2013). *Omgaan met excellente leerlingen in de dagelijkse onderwijspraktijk*. Groningen: GION, Gronings Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406. doi:10.1037/0033-295X.100.3.363

- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., & Hamlett, C. L. (2010). The effects of strategic counting instruction, with and without deliberate practice, on number combination skill among students with mathematics difficulties. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 89-100.
- Hawthorn-Embree, M., Skinner, C. H., Parkhurst, J., O'Neil, M., & Conley, E. (2010). Assignment choice: Do students choose briefer assignments or finishing what they started? *School Psychology Quarterly*, 25(3), 143-151.  
doi:10.1037/a0020914
- Hoekman, K., McCormick, J., & Gross, M. U. M. (1999). The optimal context for gifted students: A preliminary exploration of motivational and affective considerations. *Gifted Child Quarterly*, 43(4), 170-193.
- Huff, J. D., & Nietfeld, J. L. (2009). Using strategy instruction and confidence judgments to improve metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning*, 4(2), 161-176.
- Jacobse, A. E. (2007). *De takentrap. training van metacognitieve vaardigheden bij leerlingen in het basisonderwijs. [the task stairs. training of metacognitive skills for students in primary education]*. Groningen: GION.
- Jacobse, A. E., & Harskamp, E. G. (2009). Student-controlled metacognitive training for solving word problems in primary school mathematics. *Educational Research & Evaluation*, 15(5), 447-463.
- Labuhn, A. S., Zimmerman, B. J., & Hasselhorn, M. (2010). Enhancing students' self-regulation and mathematics performance: The influence of feedback and self-evaluative standards. *Metacognition and Learning*, 5(2), 173-194.
- McAllister, B. A., & Plourde, L. A. (2008). Enrichment curriculum: Essential for mathematically gifted students. *Education*, 129(1), 40-49.
- Meelissen, M. R. M., Netten, A., Drent, M., Punter, R. A., Droop, M., & Verhoeven, L. (2012). *PIRLS- en TIMSS-2011: Trends in leerprestaties in lezen, rekenen en natuuronderwijs*. (). Nijmegen: Radboud Universiteit Nijmegen / Enschede: Universiteit Twente.
- Ministerie van Onderwijs Cultuur & Wetenschappen. (2010). *Actieplan 'Basis voor presteren'. naar een ambitieuze leercultuur voor alle leerlingen*. (Kamerstuk). Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur & Wetenschappen.

- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report. findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades.* (). Lynch School of Education, Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Nelson, T. O. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51(2), 102-116.
- Nelson-Le Gall, S., & Others, A. (1990). Children's self-assessment of performance and task-related help seeking. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49(2), 245-63.
- Pachman, M., Sweller, J., & Kalyuga, S. (2013). Levels of knowledge and deliberate practice. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(2), 108-119. doi:10.1037/a0032149
- Patrick, B. C., Skinner, E. A., & Connell, J. P. (1993). What motivates children's behavior and emotion? joint effects of perceived control and autonomy in the academic domain. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(4), 781-791. doi:10.1037/0022-3514.65.4.781
- Prins, F. J., Veenman, M. V. J., & Elshout, J. J. (2006). The impact of intellectual ability and metacognition on learning: New support for the threshold of problematcity theory. *Learning and Instruction*, 16(4), 374.
- Proske, A., Narciss, S., & McNamara, D. S. (2012). Computer-based scaffolding to facilitate students' development of expertise in academic writing. *Journal of Research in Reading*, 35(2), 136-152.
- Rotigel, J. V., & Fello, S. (2004). Mathematically gifted students: How can we meet their needs? *Gifted Child Today*, 27(4), 46-51,.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching.* (pp. 224-270). New York: McMilan Publishing.
- Teong, S. K. (2003). The effect of metacognitive training on mathematical word-problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 46-55.
- Vallerand, R. J., Gagné, F., Senécal, C., & Pelletier, L. G.A (1994). Comparison of the school intrinsic motivation and perceived competence of gifted and regular students. *Gifted Child Quarterly*, 38(4), 172-175.

- Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., Sheldon, K. M., & Deci, E. L. (2004a). Motivating learning, performance, and persistence: The synergistic effects of intrinsic goal contents and autonomy-supportive contexts. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(2), 246-260. doi:10.1037/0022-3514.87.2.246
- Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., Sheldon, K. M., & Deci, E. L. (2004b). Motivating learning, performance, and persistence: The synergistic effects of intrinsic goal contents and autonomy-supportive contexts. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(2), 246-260. doi:10.1037/0022-3514.87.2.246



## Uitdaging en Keuzevrijheid voor Excellente Rekenaars in het Basisonderwijs

Goede leerlingen op de basisschool worden in het rekenonderwijs onvoldoende uitgedaagd. Dit heeft vanzelfsprekend ook effect op hun motivatie. Mogelijkerwijs speelt dit probleem zelfs al bij leerlingen in groep 5. Het is de vraag of het oefenen met uitdagender opgaven deze leerlingen gemotiveerder kan maken en hun rekenprestaties kan verbeteren. Daarnaast is onbekend of het geven van feedback tijdens het oplossen van opgaven en het vrij kiezen van oefenstof bij deze leeftijdsgroep tot een extra verbetering kan leiden.

Bovenstaande vragen zijn onderzocht door middel van een experiment in groep 5. In een computerprogramma werd een groot aantal uitdagende probleemoplossingsopgaven aangeboden. Eén groep leerlingen maakte deze opgaven in een vaste volgorde en in de andere groep mochten leerlingen zelf kiezen met welk rekenonderwerp zij wilden oefenen. Deze tweede groep kon daarnaast ook hints gebruiken. Verwacht werd dat alle leerlingen gemotiveerd zouden worden door het oefenen met uitdagende opgaven, en dat hun prestaties gedurende de lesweken zouden toenemen. Daarnaast werd verwacht dat het mogen kiezen leerlingen extra zou motiveren en dat het gebruik van hints een positief effect op prestaties zou hebben.

Na vijftien lessen bleken de leerlingen inderdaad gemotiveerder te zijn over rekenen, en bleken ze erg enthousiast over het maken van de opgaven in het computerprogramma. Velen gaven zelfs aan de opgaven juist leuk te vinden omdat ze moeilijk waren. Bovendien gingen de leerlingen in beide groepen sterk vooruit in hun rekenprestaties. Tegen de verwachting in gebruikten leerlingen die zelf mochten kiezen het programma niet heel anders dan de leerlingen die de opgaven in een vaste volgorde maakten. Ook maakten leerlingen weinig gebruik van de hints. Beide groepen leerlingen gingen dan ook ongeveer even veel vooruit. Deze bevindingen illustreren het belang van uitdagende oefening voor de prestaties en motivatie van excellente rekenaars in het basisonderwijs.

